

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 11 月 20 日 (20.11.2003)

PCT

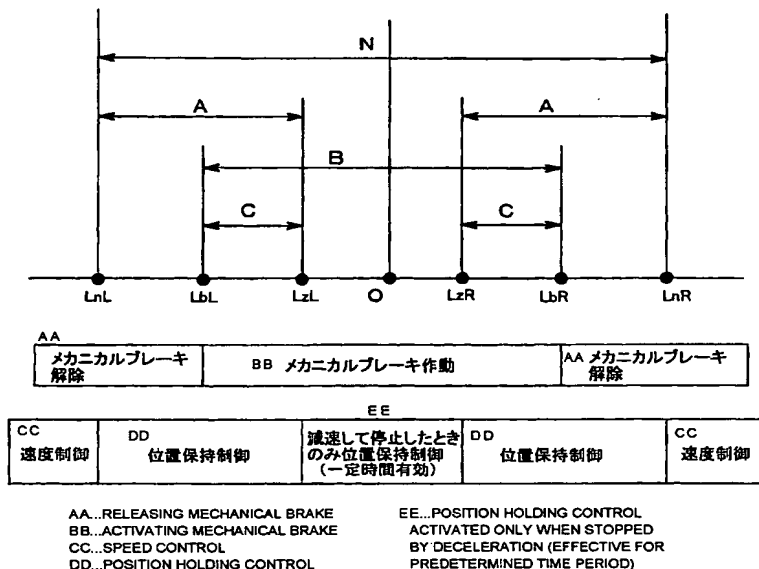
(10) 国際公開番号
WO 03/095751 A1

- (51) 国際特許分類: E02F 9/22, B66C 23/84 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コベルコ建機株式会社 (KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒731-0138 広島県 広島市 安佐南区 祇園3丁目12番4号 Hiroshima (JP). 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) [JP/JP]; 〒651-8585 兵庫県 神戸市中央区 脇浜町2丁目10番26号 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/05420
- (22) 国際出願日: 2003 年 4 月 28 日 (28.04.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-134525 2002 年 5 月 9 日 (09.05.2002) JP
特願2002-197309 2002 年 7 月 5 日 (05.07.2002) JP
特願2002-197310 2002 年 7 月 5 日 (05.07.2002) JP
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 菅野 直紀 (SUGANO, Naoki) [JP/JP]; 〒651-2271 兵庫県 神戸市西区 高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内 Hyogo (JP). 井上 浩司 (INOUE, Koji) [JP/JP]; 〒651-2271 兵庫県 神戸市西区 高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内 Hyogo (JP). 吉

[続葉有]

(54) Title: ROTATION CONTROL DEVICE OF WORKING MACHINE

(54) 発明の名称: 作業機械の旋回制御装置



(57) Abstract: The following sections are set in a preset neutral range: a section where a rotation body is stopped and held only by a mechanical brake, a section where the body is held only by position holding control, and a section where both mechanical brake and position holding control are activated. Instantaneous holding torque that is generated in position holding control is memorized, and, when the rotation is started, either acceleration torque in accordance with an operation amount or the memorized instantaneous holding torque, whichever is greater, is set as electric-motor torque for acceleration. In pushing operation where a bucket is pushed against a work object, torque control depending on a control amount is performed.

(57) 要約: 予め設定した中立範囲内に、メカニカルブレーキのみで旋回体を停止保持する区間と、位置保持制御のみで保持する区間と、両者を同時に作用させる区間を設定する。また、位置保持制御時に発生するその場保持トルクを記憶しておき、旋回開始時に操作量に応じた加速トルクと、記憶したその場保持トルクのうち大きい方を加速のための電動機トルクとして設

[続葉有]

WO 03/095751 A1



松 英昭 (YOSHIMATSU,Hideaki) [JP/JP]; 〒651-2271
兵庫県 神戸市西区 高塚台1丁目5番5号 株式会社神
戸製鋼所神戸総合技術研究所内 Hyogo (JP). 上島 衛
(UEJIMA,Mamoru) [JP/JP]; 〒674-0063 兵庫県 明石市
大久保町 八木740番地 コベルコ建機株式会社大久保
建設機械工場内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 小谷 悦司 , 外(KOTANI,Etsuji et al.); 〒
530-0005 大阪府 大阪市北区 中之島2丁目2番2号ニ
テメンビル2階 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明細書

作業機械の旋回制御装置

技術分野

本発明は電動機によって旋回体を旋回駆動するショベルやクレーン等の作業機械の旋回制御装置に関するものである。

背景技術

ショベルを例にとって従来の技術を説明する。

ショベルは、通常、旋回駆動源として油圧モータを用い、この油圧モータを油圧ポンプの吐出油によって駆動する油圧モータ駆動方式をとっている。

この方式をとる場合、油圧ポンプと油圧モータとの間に設けられたコントロールバルブにより方向、圧力、流量を制御して油圧モータの作動方向、力、速度を制御している。

しかし、この方式では、油圧エネルギーをコントロールバルブで絞り捨てる量が多くてエネルギー損失が大きいという問題があった。

そこで、旋回駆動源として電動機を用いる電動機駆動方式が提案されている（たとえば特開平 1 1 - 9 3 2 1 0 号参照）。

また、クライミングクレーンやマイニング用の大型電気ショベルでは、従来から旋回動作に電動機駆動方式が採用されている。

これらの電動機旋回駆動方式においては、電動機の回転方向と速度を変えることによって旋回方向と旋回速度をコントロールするものであり、エネルギー効率を大きく改善することができる。

一方、この方式をとる場合、普通は、操作手段の操作量に対応する目標速度と実際速度の偏差を無くする方向に速度を制御するフィードバック速度制御方式が用いられる。

ところが、この方式によると、旋回の操作性に関して次のような問題があった。

操作手段が中立位置にあって指令速度が0のときに制動トルクが働いて旋回体が停止するが、一旦、電動機回転速度が0となると、この速度0を維持するようなトルク（停止保持力）は出力されないため、確実な停止保持作用が得られない。

そこで、停止保持のための制御方式として、油圧駆動方式の作業機械に装備されているメカニカルブレーキを採用することが考えられる。

しかし、メカニカルブレーキは、元々、パーキングブレーキとして、旋回体停止状態で作動する構造となっており、これをそのまま電動機駆動旋回方式において電動機を減速・停止させる手段として用いると、ブレーキの消耗が激しいとともに、ブレーキオン／オフのショックによって減速・加速時の旋回体の動きがぎくしゃくし、スムーズな旋回停止／加速作用が得られず、操作性が悪くなるという問題がある。

一方、上部旋回体2を地上で旋回させる通常作業時には、フィードバック速度制御方式により、操作手段の操作量に応じた旋回速度制御を行うことができるため、操作上問題は無い。

これに対し、図14に示すようにバケット6の側面を溝gの壁面g1に押し付けて壁面g1を掘削形成する押し付け作業時には、旋回軸Oまわりの旋回速度がほぼ0となるため、フィードバック速度制御では旋回速度の目標値と実際値の偏差が大きくなり、フィードバック作用によってわずかの操作量でも旋回トルク（電動機トルク）が最大となる。

このため、このような旋回による押し付け作業時にオペレータによるトルク制御が不能となり、操作性が損なわれる。

従って、フィードバック速度制御方式をとりながら、操作量に応じたトルク制限を加えるのが望ましい。

ところが、このようにトルク制限を加えると、操作量が小さいとき

は電動機トルクも小さくなるため、傾斜地で上り側に向かって旋回を開始する場合や、強風下で風上側に向かって旋回開始する場合に、加速トルクが不足して旋回体が逆方向に旋回してしまう所謂「逆行」が発生し、安全性及び操作性が低下するという問題があった。

そこで本発明は、このような問題を解決し、旋回操作性を改善することができる作業機械の旋回制御装置を提供するものである。

具体的には、本発明の第1の目的は、旋回体を停止状態に確実に保持できるとともに、旋回減速・停止及び加速作用をスムーズに行わせることができ、しかも停止保持のためのエネルギーロスがなく、かつ、既存のメカニカルブレーキをそのまま使用できるようにする点にある。

また本発明の第2の目的は、トルク制限をかけながら、トルク不足による旋回体の逆行を防止する点にある。

本発明の第3の目的は、押し付け作業時の旋回トルク制御を可能にする点にある。

発明の開示

上記問題を解決するため、本発明は次のような構成を採用した。

本発明は、旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回速度を検出する旋回速度検出手段と、機械的ブレーキ力を発生させるメカニカルブレーキとを具備し、上記制御手段には、予め、上記操作手段の操作量が0の絶対中立点を基点として所定の幅を加えた中立範囲が設定されるとともに、この中立範囲において、上記絶対中立点側にメカニカルブレーキ区間、反対側に位置保持制御区間がそれぞれ設定され、制御手段は、上記中立範囲におけるメカニカルブレーキ区間で上記メカニカルブレーキを働かせ、上記位置保持制御区間で位置保持制御を行うことによって上記旋回体を停止保持し

、かつ、中立範囲外で上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行うように構成されたものである。

また本発明は、旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行い、かつ、上記操作量に応じて加速トルクの最大値を制限する作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記操作手段が予め設定された中立範囲にあるときに上記旋回体の位置保持制御を行い、このとき上記電動機に発生するトルクをその場保持トルクとして記憶し、旋回加速時にこの記憶したその場保持トルクと上記操作手段の操作量に応じた加速トルクのうち大きい方を加速のための電動機トルクとして設定するように構成されたものである。

さらに本発明は、旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、上記電動機の旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行う作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記旋回体の一部を作業対象に押し付ける押し付け作業時に、上記速度制御に代えて、上記操作手段の操作量に応じたトルク制御を行うように構成されたものである。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の第 1 実施形態にかかる制御装置が搭載されたショベルの全体構成と機器配置を示す側面図である。

図 2 は本発明の第 1 実施形態にかかる制御装置のブロック構成図である。

図 3 は同装置によるレバー操作量／速度目標値の特性を示す図であ

る。

図 4 は図 3 の特性におけるレバー中立範囲の設定の詳細を説明するための図である。

図 5 は本発明の第 2 実施形態にかかる制御装置による操作量と旋回加速トルク及び同減速トルクの関係を示す図である。

図 6 は本発明の第 3 実施形態にかかる制御装置のブロック構成図である。

図 7 は同装置による速度フィードバック制御のフローを示す図である。

図 8 は同制御におけるレバー操作量と速度目標値の関係を示す図である。

図 9 は同装置の作用を説明するためのフローチャートである。

図 10 は同制御によるトルク制御のフローを示す図である。

図 11 は同制御におけるレバー操作量とトルク目標値の関係を示す図である。

図 12 は本発明の第 4 実施形態にかかる制御装置によるトルク制限付き速度制御のフローを示す図である。

図 13 は本発明の第 5 実施形態にかかる制御装置の作用を説明するためのフローチャートである。

図 14 はショベルのバケットを溝の壁面に押し付けた状態の正面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下の実施形態ではショベルを適用対象として例にとっているが、本発明はショベルに限らず、ショベルを母体として構成される深穴掘削機や破砕機、それにクレーン等、旋回式作業機械に広く適用することができる。

第 1 実施形態（図 1 ～ 図 4 参照）

図 1 にショベル全体の概略構成と機器配置、図 2 に駆動・制御系のブロック構成をそれぞれ示している。

図 1 に示すように、クローラ式の下部走行体 1 上に上部旋回体 2 が旋回自在に搭載され、この上部旋回体 2 に、ブーム 4、アーム 5、バケット 6、ブームシリンダ 7、アームシリンダ 8、バケットシリンダ 9 を備えた掘削アタッチメント 3 が装着される。

下部走行体 1 は左右のクローラ 10 L, 10 R を備え、この両側クローラ 10 L, 10 R がそれぞれ走行モータ 11 L, 11 R 及び減速機 12 L, 12 R により回転駆動されて走行する。

上部旋回体 2 には、エンジン 13 と、このエンジン 13 によって駆動される油圧ポンプ 14 及び発電機 15 と、バッテリー 16 と、旋回用電動機 17 及び同減速機構 18 が搭載されている。

図 2 に示すように、油圧ポンプ 14 の吐出油はブーム、アーム、バケットの各シリンダ 7, 8, 9 及び左右の走行油圧モータ 11 L, 11 R にそれぞれ制御弁 19, 20, 21, 22, 23 を介して供給され、この制御弁 19 ~ 23 によって作動が制御される。

発電機 15 は増速機構 24 を介してエンジン駆動力を加えられ、この発電機 15 で作られた電力が、電圧及び電流を制御する制御器 25 を介してバッテリー 16 に蓄えられるとともに、制御手段の一部であるインバータ 26 を介して旋回用電動機 17 に加えられる。

旋回用電動機 17 には、機械的ブレーキ力を発生させるネガティブブレーキとしてのメカニカルブレーキ 27 が設けられ、このメカニカルブレーキ 27 が解除された状態で、旋回用電動機 17 の回転力が旋回用減速機構 18 経由で上部旋回体 2 に伝えられて同旋回体 2 が左または右に旋回する。

28 は旋回操作手段としての旋回操作部（たとえばポテンショメータ）で、この操作部 28 がレバー 28 a によって操作され、その操作量に応じた指令信号が制御手段の一部であるコントローラ 29 に入力される。

また、センサとして、旋回用電動機 17 の回転速度（旋回速度）を検出する速度センサ 30 と、上部旋回体 2 の旋回停止位置を 0 点として検出する位置センサ（たとえばエンコーダ） 31 が設けられ、この両センサ 30, 31 からの信号がインバータ 26 経由でコントローラ 29 に制御データとして入力される。

コントローラ 29 には、予め、図 3 に示すように、旋回操作部 28 の操作量（以下、レバー操作量という）が 0 である絶対中立点 O を基点として左右の旋回方向に所定の幅（たとえば操作レバー 28 a の倒し角度で左右各 7.5° ）を持たせた中立範囲 N が設定され、この中立範囲 N を超えてレバー操作されたときに図示の特性に基づく速度制御が行われるとともに、図 4 に示すように、中立範囲 N 内でレバー操作量に応じて制御モードを切替えるように構成されている。

すなわち、中立範囲 N 内には、メカニカルブレーキ 27 がブレーキ作用を発揮するメカニカルブレーキ区間 B が、絶対中立点 O を含む内側領域に設定されるとともに、位置保持制御（サーボロック制御、つまり位置センサ 31 からの信号に基づいて旋回体 2 をその場に保持するための制御）が行われる位置保持制御区間 A が外側領域に設定されている。

両区間 B, A は、図示のように一部重複して設定され、この重複した併用区間 C でメカニカルブレーキ作用と位置保持制御作用が同時に行われる。

図 4 中、L n L, L n R は中立範囲 N を画する左右両旋回方向の中立識別点、L b L, L b R はメカニカルブレーキ区間 B の始終点となるメカニカルブレーキ識別点、L z L, L z R は位置保持制御の始終点となる位置保持制御識別点である。

旋回用電動機 17 は、このような設定に基づき、コントローラ 29 及びインバータ 26 によって次のように制御される。

旋回加速時

レバー操作量が図 4 のメカニカルブレーキ区間 B にあるときはメカニカルブレーキ 27 が作動し、このメカニカルブレーキ力のみによって旋回体 2 が停止状態に保持される。

次に、レバー操作量がメカニカルブレーキ区間 B と位置保持制御区間 A の境界部分である併用区間 C に達すると位置保持制御が働き、メカニカルブレーキ力とこの位置保持制御作用とによって旋回体 2 が停止保持される。

レバー操作量が併用区間 C を超えると、メカニカルブレーキ 27 が解除されて位置保持制御のみが働き、この位置保持制御の作用によっ

て旋回体 2 がその場保持される。

さらに、レバー操作量が位置保持制御区間 A（中立範囲 N）を超えると、位置保持制御もオフとなり、旋回用電動機 17 が図 3 に示す特性に基づいて速度制御されながら回転し、旋回加速が行われる。

このように、停止状態でメカニカルブレーキ 27 が働くため、位置保持制御で停止保持する場合のようにその場保持のための電流を常時旋回用電動機 17 に流す必要がなく、省エネルギーとなる。

しかも、速度制御との境界部分（位置保持制御区間 A）では位置保持制御が働くため、メカニカルブレーキ 27 のみで停止保持する場合のように、旋回加速時にメカニカルブレーキ・オフによるショックがなく、滑らかな加速作用を得ることができる。

また、位置保持制御作用とメカニカルブレーキ 27 の双方が同時に働く併用区間 C を設定しているため、加速時におけるメカニカルブレーキ作用から位置保持制御への移行、及び次に述べる減速時における位置保持制御からメカニカルブレーキ作用への移行をショックなくスムーズに行わせることができる。

旋回減速時

操作レバー 28a が中立範囲 N 外の旋回指令位置から中立範囲 N に戻されて位置保持制御区間 A に入ると、減速・停止のための制御が開始される。

このとき、速度センサ 30 によって検出される実際の旋回速度が、予めコントローラ 29 に設定された位置保持制御開始速度以下に落ちると、位置保持制御が有効となり、電動機 17 に同制御による制動トルクが発生する。

このように、十分減速した状態で位置保持制御が開始されるため、減速不十分の状態で位置保持制御による大きな制動トルクが働いて旋回用電動機 17 に過大電流が流れ、これによって同電動機 17 や回路にダメージを与えるというおそれがない。

次に、レバー操作量がメカニカルブレーキ区間 B に入り、かつ、

① 検出される実際の旋回速度が予め設定されたブレーキ作動速度以下となること、

② このブレーキ作動速度以下の状態が設定時間継続したこと
の条件を満足したときに、メカニカルブレーキ 27 が作動し、旋回体 2 が停止保持される。

逆にいうと、レバー操作量がメカニカルブレーキ区間 B にあっても、上記①②の条件が整わないときは、図 4 中の下欄中央に示すようにメカニカルブレーキ 27 は解除されたまま位置保持制御のみが働く。

このように、旋回減速時に、レバー操作量がメカニカルブレーキ区間 B に入っても直ちにメカニカルブレーキ 27 を作用させず、設定速度以下（たとえば速度 0）の状態が継続したときに初めてメカニカルブレーキ 27 を作用させるため、たとえばある地点で掘削して土砂をすくい、旋回してダンプカーに積み込む作業のように旋回→停止→旋回を連続して繰り返す作業時に、メカニカルブレーキ 27 の消耗とショックの発生を防止し、スムーズな動作を得ることができる。

第 2 実施形態（図 1， 2， 5 参照）

第 1 実施形態においては、中立範囲 N 外ではレバー操作量に応じて速度制御する構成をとったのに対し、第 2 実施形態では中立範囲 N 外でトルク制限付きの速度制御を行う構成をとっている。

なお、みかけ上の構成は第 1 実施形態と同じで、コントローラ 29 及びインバータ 26 による制御内容のみが異なるため、ここでは図 1， 2 を援用し、図 5 を加えて制御内容を説明する。

旋回加速時

中立範囲 N 内での制御は第 1 実施形態と同じで、レバー操作量が併用区間 C を超えると、メカニカルブレーキ 27 が解除されて位置保持制御のみが働き、この位置保持制御の作用によって旋回体 2 がその場保持される。

このとき電動機 17 に発生したトルク（その場保持トルク）がインバータ 26 を介してコントローラ 29 に記憶される。

なお、その場保持トルクは、電動機 17 の最大トルク T_{max} まで

達する可能性があり、図 5 ではその場保持トルクがこの電動機最大トルク T_{max} のレベルに達した場合を例示している。

さらに、レバー操作量が位置保持制御区間 A（中立範囲 N）を超えると、コントローラ 29 で、図 5 に示すレバー操作量に応じた加速トルク（加速トルクの最大値）と、上記記憶したその場保持トルクとが比較され、このうち大きい方のトルクが加速のための電動機トルクとして設定され、このトルクによって旋回体 2 が旋回駆動される。

すなわち、上記設定されたトルクを最大値とするトルク制限付きのフィードバック速度制御によって電動機 17 が回転する。

このように、旋回加速時に、旋回開始直前まで実際に発生していたその場保持トルク以上のトルクが加速のための電動機トルクとして設定される。このため、傾斜地で上り側に向かって旋回開始する場合や、強風下で風上側に向かって旋回開始する場合に、旋回体 2 がトルク不足によって逆方向に旋回する「逆行」の発生を確実に防止することができる。

旋回減速時

操作レバー 28a が図 5 の中立範囲 N 外の旋回指令位置から中立範囲 N に向かって戻される減速時には、図 5 中の制動トルク特性に基づいてレバー操作量に応じた制動トルクが求められる。この求められた制動トルクと、前記のように旋回開始時にコントローラ 29 に記憶されたその場保持トルクのうち大きい方が減速のための電動機トルクとして設定され、この設定されたトルクによって旋回体 2 が減速する。

これにより、たとえば傾斜地で旋回停止する場合も、常に電動機トルクが重力と釣り合う大きさとなるため、制動トルクが重力に負けて旋回体 2 が下り側に逆行するおそれがなくなる。

なお、レバー操作量が図 5 の中立範囲 N に戻されて位置保持制御区間 A に入ると、位置保持制御が開始され、さらメカニカルブレーキ区間 B に達したときにメカニカルブレーキ 27 が働いて旋回体 2 が停止保持される。

このとき、位置保持制御が開始されたことをもって、前記旋回開始時に記憶したその場保持トルクが初期値に変更され、次の記憶値の更新に備える。

従って、旋回停止ごとに傾斜地の傾斜度や、荷の有無等による旋回体の重量等の条件が変動しても、その条件に応じたその場保持トルクを新たに記憶するため、旋回加速時及び減速時の旋回体 2 の逆行を確実に防止することができる。

ところで、上記第 1 及び第 2 両実施形態では、旋回動力として電気を用い、他の動作の動力として油圧を用いる所謂パラレル方式をとるショベルを適用対象として例にとったが、本発明はすべてのアクチュエータの動力源として電気動力を用いる所謂シリーズ方式をとるショベルにも適用することができる。

また、第 2 実施形態では、中立範囲 N 内において位置保持制御の働きとメカニカルブレーキ作用とによって旋回体 2 を停止保持する場合を例にとったが、上記のように中立範囲外でトルク制限付き速度制御を行う発明は、位置保持制御のみによって旋回体 2 を停止保持する場合にも適用することができる。

第 3 実施形態（図 6 ～ 図 11 参照）

図 6 に第 3 実施形態にかかる旋回制御装置の全体構成を示す。

同図において、32 は旋回操作手段としての旋回操作部（たとえばポテンショメータ。図 2 の旋回操作部 28 と同じ）で、この旋回操作部 32 がレバー 32a によって操作され、その操作量に応じた指令信号が制御手段としてのコントローラ 33 に入力される。

34 はエンジン、35 はこのエンジン 34 によって駆動される発電機で、この発電機 35 からの電力が発電機用インバータ 36 及び電動機用インバータ 37 を介して旋回用電動機 38 に送られ、この旋回用電動機 38 の回転力が減速機 39 を介して上部旋回体 2 に伝えられて同旋回体 2 が旋回軸まわりに旋回する。

40 は旋回用電動機 38 の回転速度を検出する旋回速度検出手段としてのエンコーダで、このエンコーダ 40 によって検出された電動機回転速度が旋回速度の実値としてコントローラ 33 に入力される。

なお、旋回用電動機 38 の電源として、発電機 35 のほかバッテリ 41 及びキャパシタ 42 が設けられ、これら各電源が適宜選択または組み合わせられて使用される。あるいは、これら内部電源に代えて、外

部電源から電力を供給するように構成してもよい。43はバッテリー用インバータ、44はキャパシタ用インバータである。

また、掘削アタッチメント3の各シリンダ7, 8, 9等の油圧アクチュエータを駆動する油圧アクチュエータ回路45の油圧源として油圧ポンプ46が設けられ、この油圧ポンプ46がポンプ用電動機47によって駆動される。48は同電動機用のインバータである。

コントローラ33は、自由旋回時には、図7に示す速度PIDフィードバック制御によって旋回用電動機38を速度制御する。

すなわち、レバー操作量Sが操作量信号としてコントローラ33に入力され、このコントローラ33でレバー操作量Sに応じた旋回速度の目標値 ω_{ref} が演算される。

この目標値 ω_{ref} と、エンコーダ40によって検出された旋回速度の実際値 ω_s とが比較されてその偏差が求められ、PIDフィードバック制御により偏差($\omega_{ref} - \omega_s$)を0にする方向の信号が電動機用インバータ37を介して電動機38に送られる。

これにより、図8に示すように、上部旋回体2がレバー操作量Sに応じた速度で旋回する。図8中、 S_c は上部旋回体2が動き出す操作位置である。

なお、図7では便宜上、エンコーダ40の出力を旋回速度の実際値 ω_s として表しているが、実際にはエンコーダ40によって電動機回転速度が検出され、これを減速機39の減速比で割って旋回速度 ω_s が求められる。

一方、図14に示す押し付け作業時にはトルク制御が行われる。

すなわち、まず、押し付け作業か否かを判断する手順として、コントローラ33において、図9に示すように制御周期bごとに、レバー操作量Sと旋回動き出し位置 S_c が比較される(ステップS1, S2)とともに、旋回速度の実際値 ω_s と、0に近い微小な値として予め設定された図8に示すしきい値 ω_e とが比較され(ステップS3)、レバー操作量Sが動き出し位置 S_c よりも大きく、かつ、旋回速度の実際値 ω_s がしきい値 ω_e よりも小さいとき(ステップS2, S3とともにYESのとき)に、押し付け作業と判断して自動的にトルク制御に自動的に切り換わり(ステップS4)、ステップS5で制御周期b

が更新されてステップ S 1 に戻る。なお、ステップ S 2 またはステップ S 3 で NO ($S < S_c$ または $\omega_s > \omega_e$) の場合は自由旋回として図 7, 8 のフィードバック速度制御が行われる (ステップ S 6)。

なお、押し付け作業対象物に凹凸がある場合や軟弱な物体の場合、旋回速度が 0 以上となる場合があり、上記押し付け作業の判定が安定せずにハンチングする場合がある。このような場合には、速度制御のフィードバックゲインを下げるか、あるいは上記判定の切り替えにタイムラグを与えるなどのハンチング抑制手段を設けることが望ましい。

トルク制御においては、図 10, 11 に示すように、レバー操作量 S とトルク目標値 τ_{ref} の関係を設定した操作量-トルクマップ 49 からトルク目標値 τ_{ref} が求められ、これが電流目標値 i_{ref} に換算されて、トルク P I D フィードバック制御が行われる。

こうして、押し付け作業が自動的に判断されてトルク制御に切り換えられ、このトルク制御により、図 11 に示すようにレバー操作量 S に応じた電動機トルクが得られるため、押し付けトルクをオペレータの意思 (レバー操作量) 通りに制御することが可能となる。

ところで、この制御方式によると、レバー中立で旋回速度 0 の状態からレバー 32 a を図 11 の動き出し位置 S_c よりもやや深く操作した場合、旋回体 2 の慣性によって速度が 0 であることから、自由旋回状態であっても自動的にトルク制御が開始される。

ここで、この装置においては、図 11 に示すように動き出し位置 S_c でのトルク目標値 τ_{ref} が 0 よりも大きい値 τ_c に設定されている。

こうすれば、動き出し位置 S_c で旋回トルク τ_c が働き、上記のようにレバー 32 a を動き出し位置 S_c よりもやや深く操作した場合に速やかに旋回動作が開始されるため、速度の実値 ω_s が目標値 ω_{ref} に素早く到達して速度フィードバック制御に切り換わる。このため、動き始めの速度制御性を良くすることができる。

第 4 及び第 5 実施形態 (図 12, 13 参照)

第 4 及び第 5 実施形態は第 3 実施形態の変形形態である。第 3 実施形態との相違点のみを説明する。

第4実施形態においては、自由旋回時には第3実施形態同様、図10のフローによる速度フィードバック制御が行われ、押し付け作業時には、図12に示すように速度フィードバック制御に、予め設定されたレバー操作量－トルク制限値マップ50に基づいてレバー操作量Sに応じたトルク制限を加えた制御（トルク制限付き速度制御）が行われる。

図12のマップ50の縦軸に表した τ_{lim} はトルク制限値である。

このように、押し付け作業時にトルク制限付きの速度制御を行うことにより、図10、11のトルク制御の場合と同様に、レバー操作量に応じた電動機トルクが得られるため、第3実施形態の場合と同様に押し付け作業時の操作性が良いものとなる。

なお、この第4実施形態、及び次の第5実施形態においても、動き出し位置Scでのトルク制限値 τ_{lim} を0よりも大きい値 τ_c に設定しておくことにより、第3実施形態と同様に動き始めの速度制御性を良くすることができる。

第5実施形態においては、図13に示すように、速度の実際値 ω_s が目標値 ω_{ref} よりも小さい場合に、いわゆる力行状態と判断し、この力行状態で速度フィードバック制御からトルク制限付きの速度フィードバック制御に切替えるように構成されている。

詳述すると、制御周期bごとに速度の目標値 ω_{ref} と実際値 ω_s が比較され（ステップS11、S12）、 $\omega_{ref} \leq \omega_s$ のときは、通常速度フィードバック制御が行われる（ステップS13）。

一方、 $\omega_{ref} > \omega_s$ （ステップS12でYES）となると、力行状態と判断して、第4実施形態（図12）のトルク制限付き速度制御に自動的に切替わり（ステップS14）、ステップS15で制御周期bが更新されてステップS11に戻る。

従って、力行状態の一種である押し付け作業時に、第4実施形態同様、トルク制限作用によって電動機トルクが制御される。

また、この制御方式によると、自由旋回における加速時においても、旋回速度の実際値 ω_s が目標値 ω_{ref} よりも小さい状況でトルク制限付きの速度制御作用が働くため、加速度が規制されて加速時のショックが低減される。

しかも、減速時にはトルク制限が働かないため、最大トルクでの減速が可能となり、緊急停止が可能となる。

従って、この点でも操作性が良いものとなる。

ところで、第3、第4両実施形態では、押し付け作業を自動的に判断して制御方式を切替える構成をとったが、押し付け作業時にオペレータが切替スイッチを操作することによって制御方式を切替えるようにしてもよい。

産業上の利用可能性

以上のように本発明によると、旋回停止状態で、メカニカルブレーキを働かせて旋回体を停止保持するため、位置保持制御で停止保持する場合のようにその場保持のための電流を常時電動機に流す必要がなく、省エネルギーとなる。

しかも、速度制御との境界部分では位置保持制御が働くため、メカニカルブレーキのみで減速／停止させる場合のように、ブレーキが激しく消耗するおそれがないとともに、旋回加速・減速時にメカニカルブレーキのオン・オフのショックがなくて、滑らかな加速・減速作用を得ることができ、旋回操作性が良いものとなる。

また、中立範囲での位置保持制御時に発生するその場保持トルクを記憶しておき、旋回開始時に、操作手段の操作量に応じた加速トルクと、記憶したその場保持トルクのうち大きい方を加速のための電動機トルクとして設定する構成としたから、傾斜地で上り側に向かって旋回開始する場合や、強風下で風上側に向かって旋回開始する場合等に旋回体が逆行するおそれなくなり、この点で旋回操作性を改善することができる。

さらに、押し付け作業時に、操作手段の操作量に応じた速度制御に代えて操作量に応じたトルク制御を行い、または速度制御にトルク制限を加えた制御を行うため、押し付け作業時に、操作手段の操作を通じてオペレータの意思のままに旋回トルクを制御することが可能とな

り、押し付け作業時の操作性を良くすることができる。

請求の範囲

1. 旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回体の旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回体の旋回速度を検出する旋回速度検出手段と、機械的ブレーキ力を発生させるメカニカルブレーキとを具備し、上記制御手段には、上記操作手段の操作量が0の絶対中立点を基点として所定の幅を加えた中立範囲が設定されるとともに、この中立範囲において、上記絶対中立点側にメカニカルブレーキ区間、反対側に位置保持制御区間がそれぞれ設定され、制御手段は、上記中立範囲におけるメカニカルブレーキ区間で上記メカニカルブレーキを働かせ、上記位置保持制御区間で位置保持制御を行うことによって上記旋回体を停止保持し、かつ、中立範囲外で上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行うように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

2. 請求項1記載の作業機械の旋回制御装置において、中立範囲におけるメカニカルブレーキ区間と位置保持制御区間の一部同士が重なる併用区間が設定され、制御手段は、この併用区間でメカニカルブレーキと位置保持制御作用の双方を働かせるように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

3. 請求項1または2記載の作業機械の旋回制御装置において、制御手段は、旋回減速時に、操作手段の操作量が位置保持制御区間にあり、かつ、旋回速度が予め設定した位置保持制御開始速度以下になったときに位置保持制御を開始するように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

4. 請求項1乃至3のいずれかに記載の作業機械の旋回制御装置において、制御手段は、旋回減速時に、操作手段の操作量がメカニカルブレーキ区間にあり、かつ、旋回速度が予め設定されたブレーキ作動速度以下になった状態が設定時間継続したときにメカニカルブレー

キを作動させるように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

5. 旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回体の旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回体の旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行い、かつ、上記操作量に応じて加速トルクの最大値を制限する作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記操作手段が予め設定された中立範囲にあるときに上記旋回体の位置保持制御を行い、この位置保持制御により上記電動機に発生するトルクをその場保持トルクとして記憶し、旋回加速時にこの記憶したその場保持トルクと上記操作手段の操作量に応じた加速トルクのうち大きい方を加速のための電動機トルクとして設定するように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

6. 請求項5記載の作業機械の旋回制御装置において、制御手段は、旋回減速時に、予め設定した制動トルク特性に基づいて操作手段の操作量に応じた制動トルクを求め、この制動トルクと、記憶されたその場保持トルクのうち大きい方を減速のための電動機トルクとして設定するように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

7. 請求項5または6記載の作業機械の旋回制御装置において、制御手段は、操作手段が中立範囲に戻されて位置保持制御が働いたときに、記憶されたその場保持トルクを初期値に変更するように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

8. 請求項5乃至7のいずれかに記載の旋回制御装置において、機械的ブレーキ力を発生させるメカニカルブレーキが設けられ、制御手段は、操作手段が中立範囲の一部であって絶対中立点を含むメカニカルブレーキ区間にあるときに上記メカニカルブレーキを作用させるよ

うに構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

9. 旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回体の旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回体の旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行う作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記旋回体の一部を作業対象に押し付ける押し付け作業時に、上記速度制御に代えて、上記操作手段の操作量に応じたトルク制御を行うように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

10. 旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回体の旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回体の旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行う作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記旋回体の一部を作業対象に押し付ける押し付け作業時に、上記速度制御に操作手段の操作量に応じたトルク制限を加えた制御を行うように構成されたことを特徴とする作業機械の旋回制御装置。

11. 制御手段は、操作手段の操作量が旋回動き出し位置よりも大きい状態で、旋回速度の実値が0またはこれに近い設定値以下のときに押し付け作業状態と判断するように構成されたことを特徴とする請求項9または10記載の作業機械の旋回制御装置。

12. 旋回体を旋回駆動する電動機と、旋回体の旋回指令を出す操作手段と、この操作手段からの旋回指令に基づいて上記電動機を制御する制御手段と、旋回体の旋回速度を検出する旋回速度検出手段とを具備し、上記制御手段により、上記操作手段の操作量に応じた速度制御を行う作業機械の旋回制御装置において、上記制御手段は、上記旋回速度の実値が上記操作手段の操作量に応じた目標値よりも小さいときに、上記速度制御にトルク制限を加えた制御を行うように構成

されたことを特徴とする作業機械の制御装置。

13. 操作手段が旋回動き出し位置にある状態で、目標となるトルクが0よりも大きい値となるように構成されたことを特徴とする請求項9乃至12のいずれかに記載の作業機械の旋回制御装置。

図 1

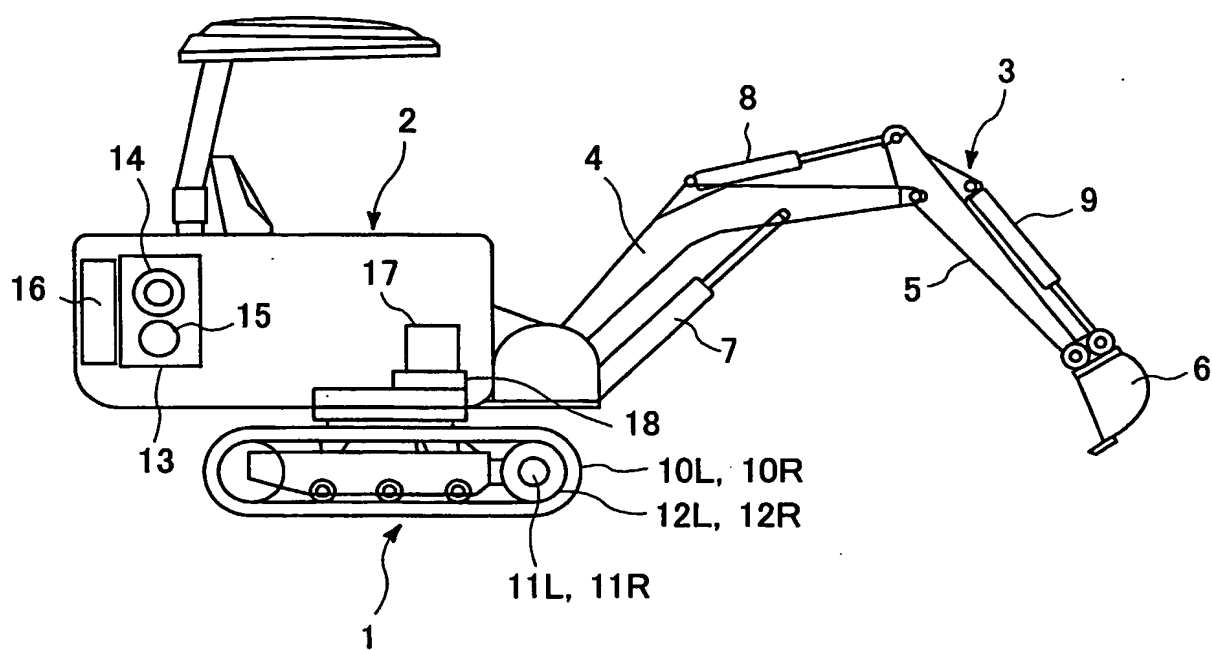


図 2

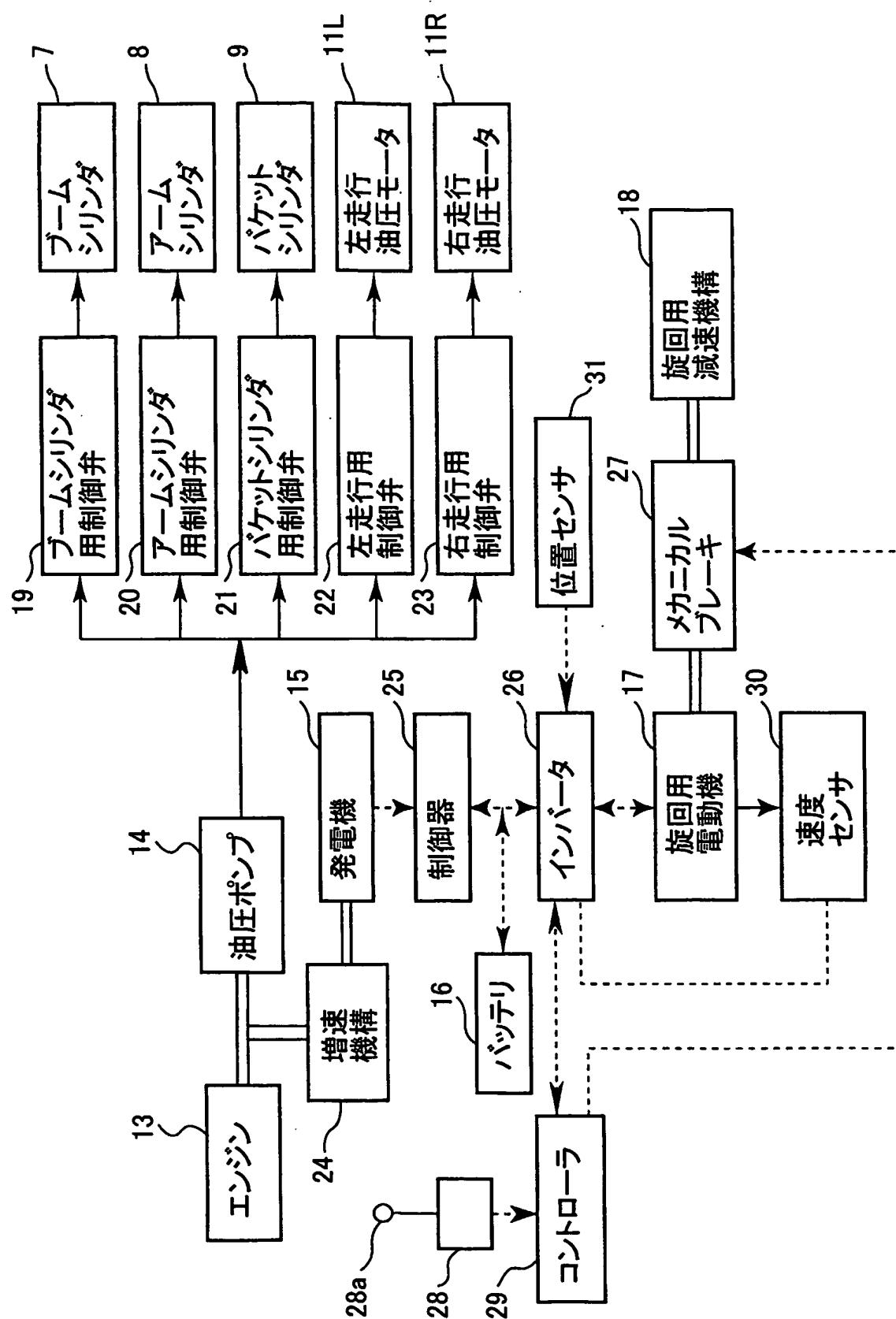


図3

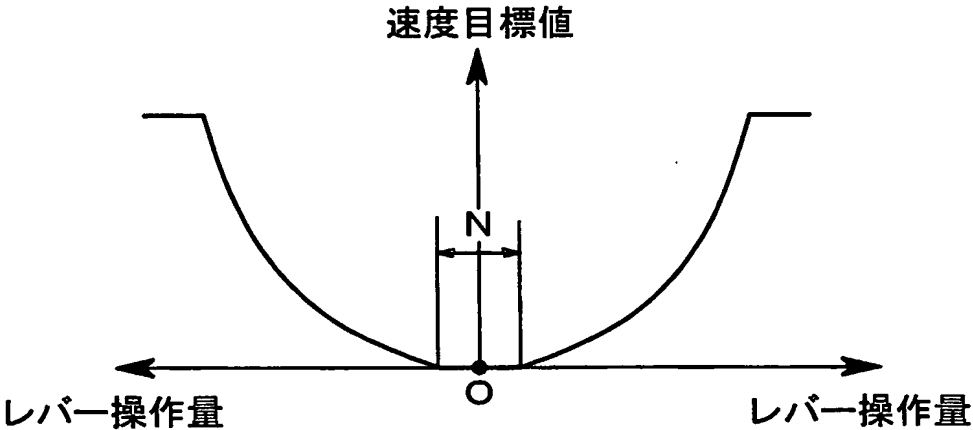
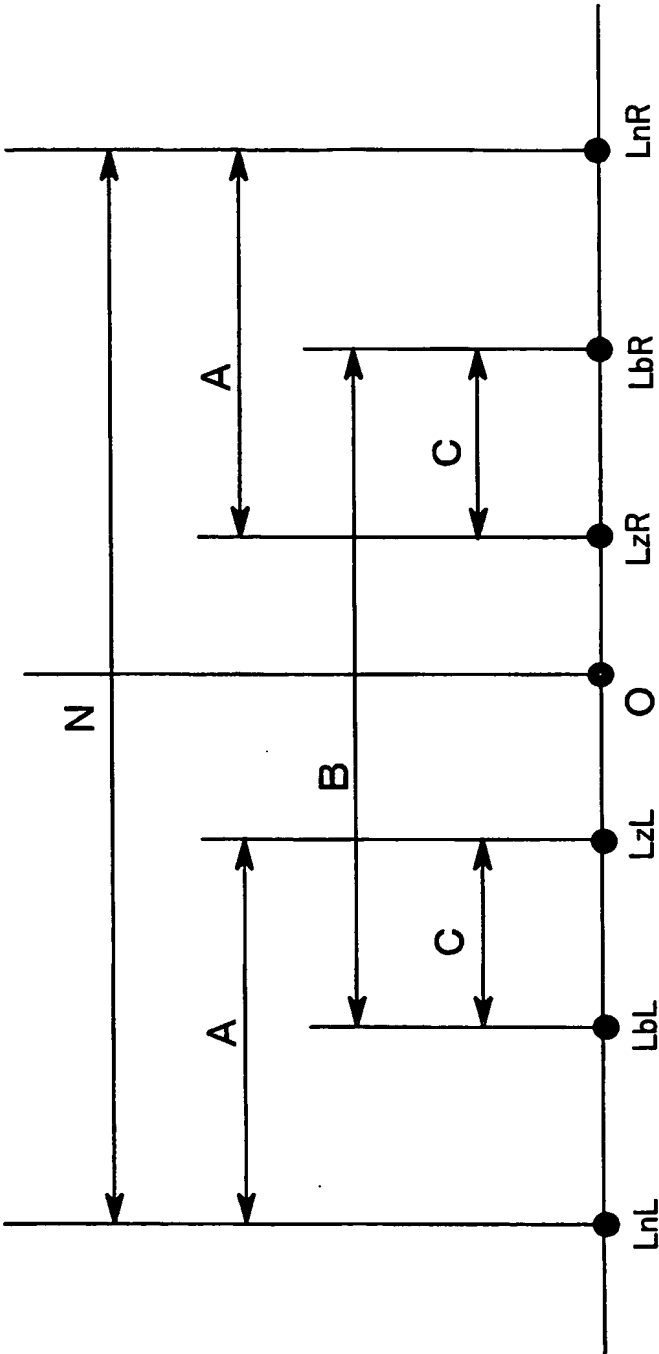


図4



メカニカルブレーキ 解除	メカニカルブレーキ作動	メカニカルブレーキ 解除
-----------------	-------------	-----------------

速度制御	位置保持制御	減速して停止したときのみ位置保持制御 (一定時間有効)	位置保持制御	速度制御
------	--------	--------------------------------	--------	------

図5

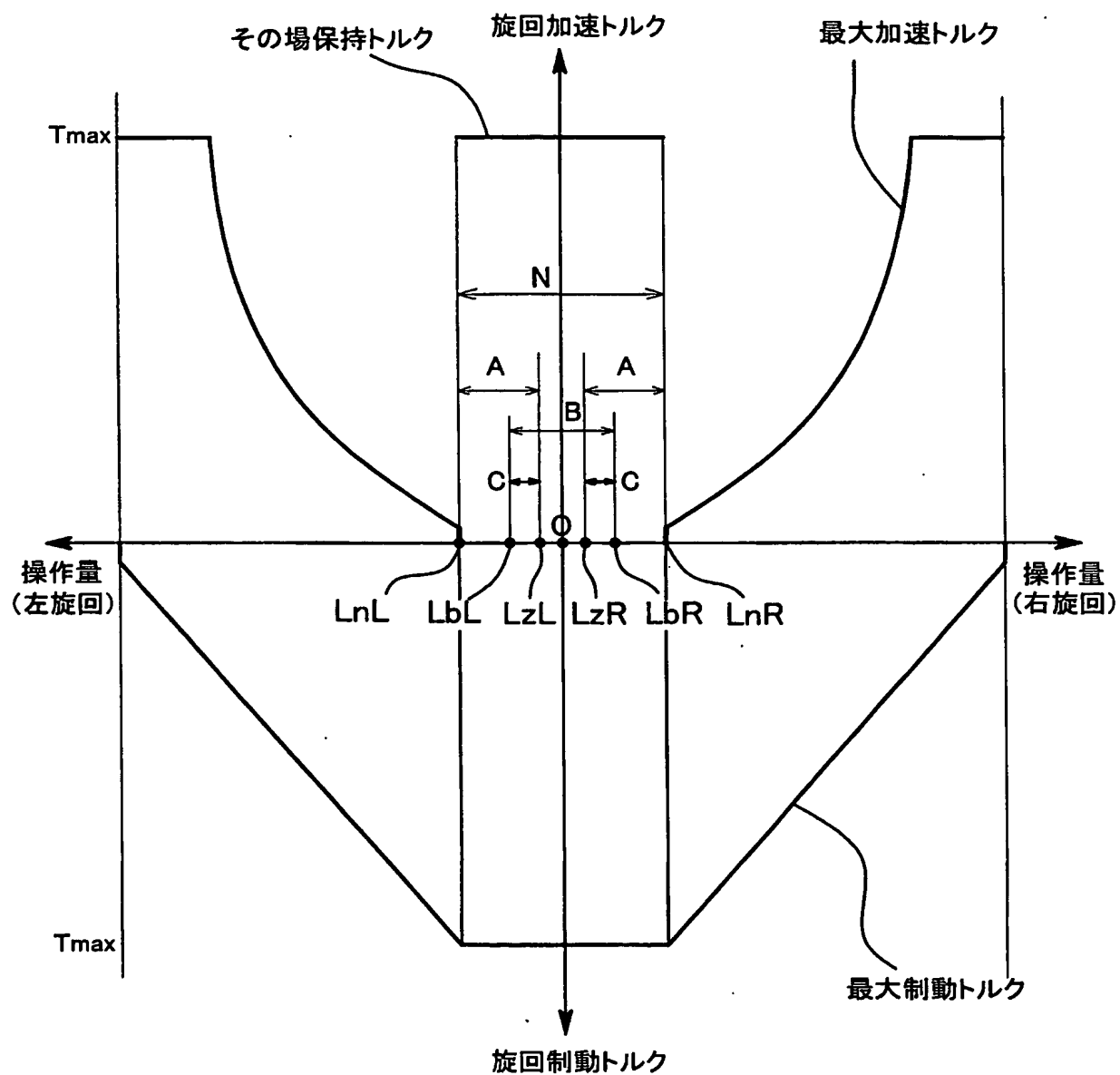


図 6

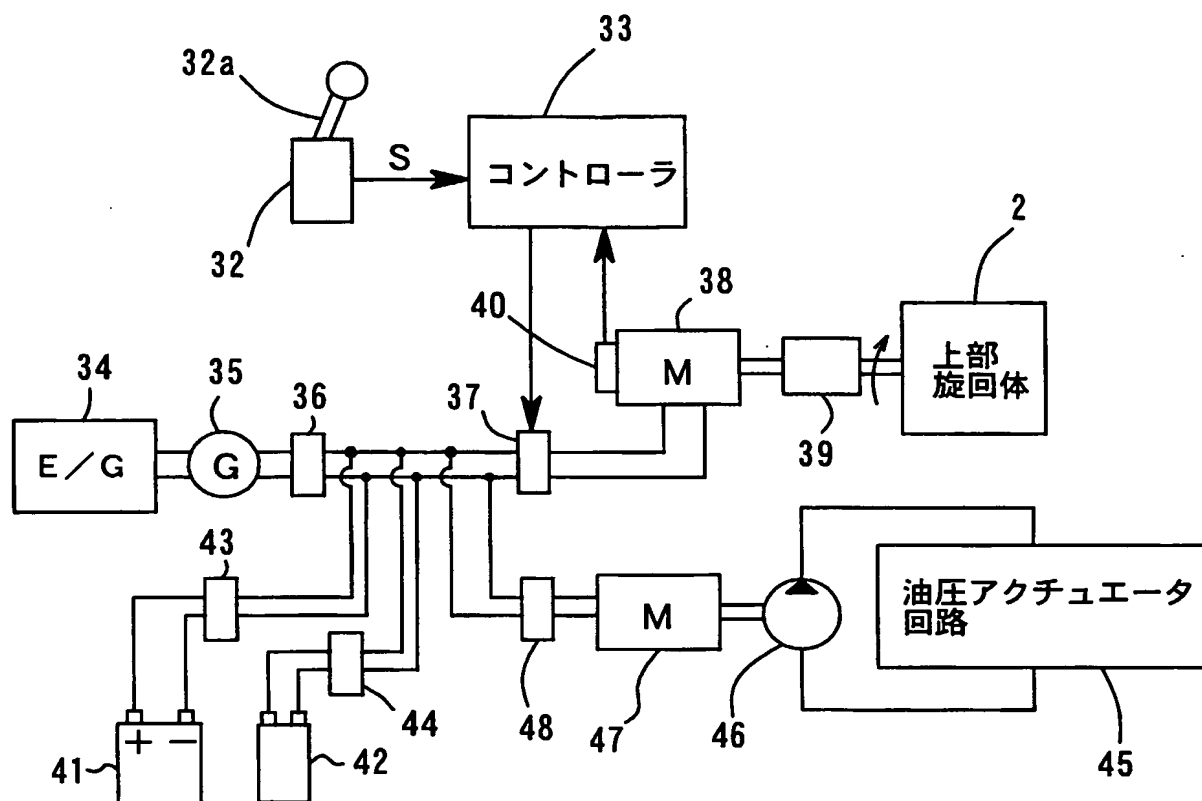


図7

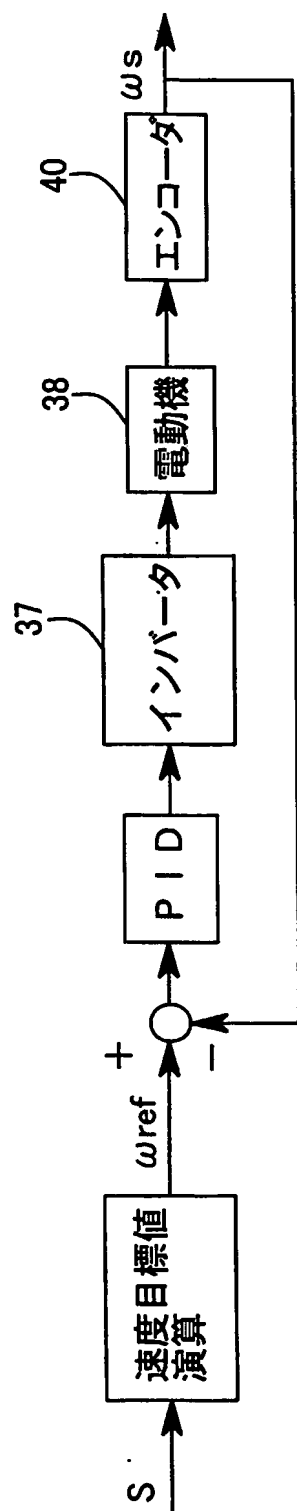


図8

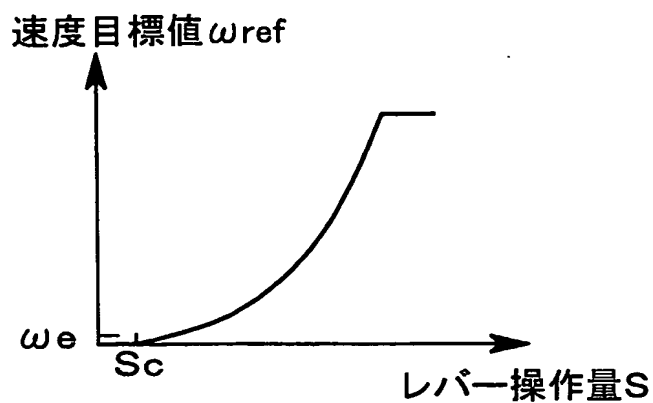


図9

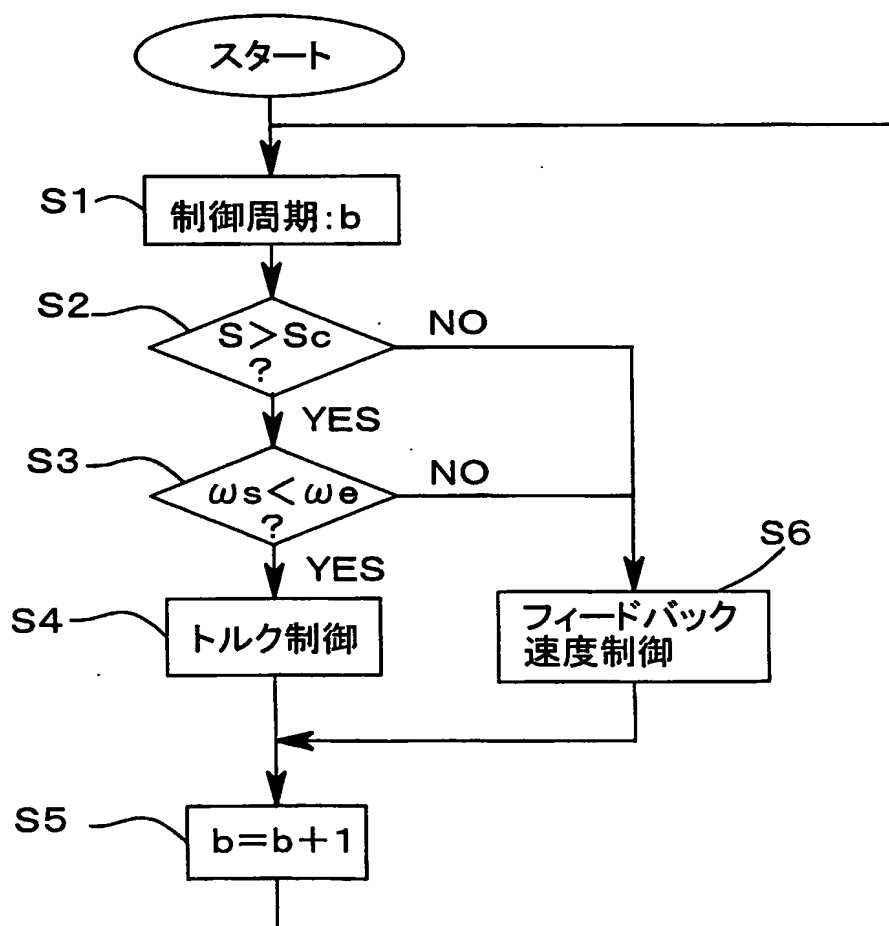


図10

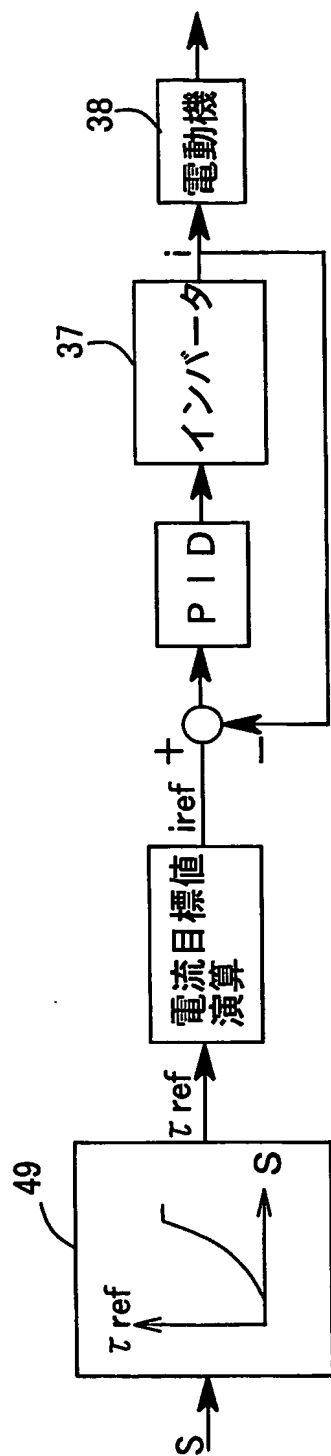


図11

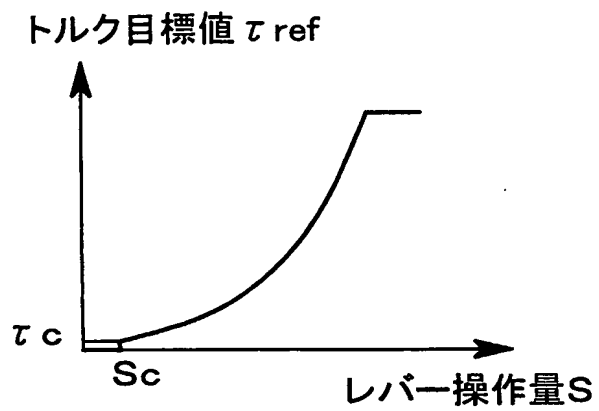


図12

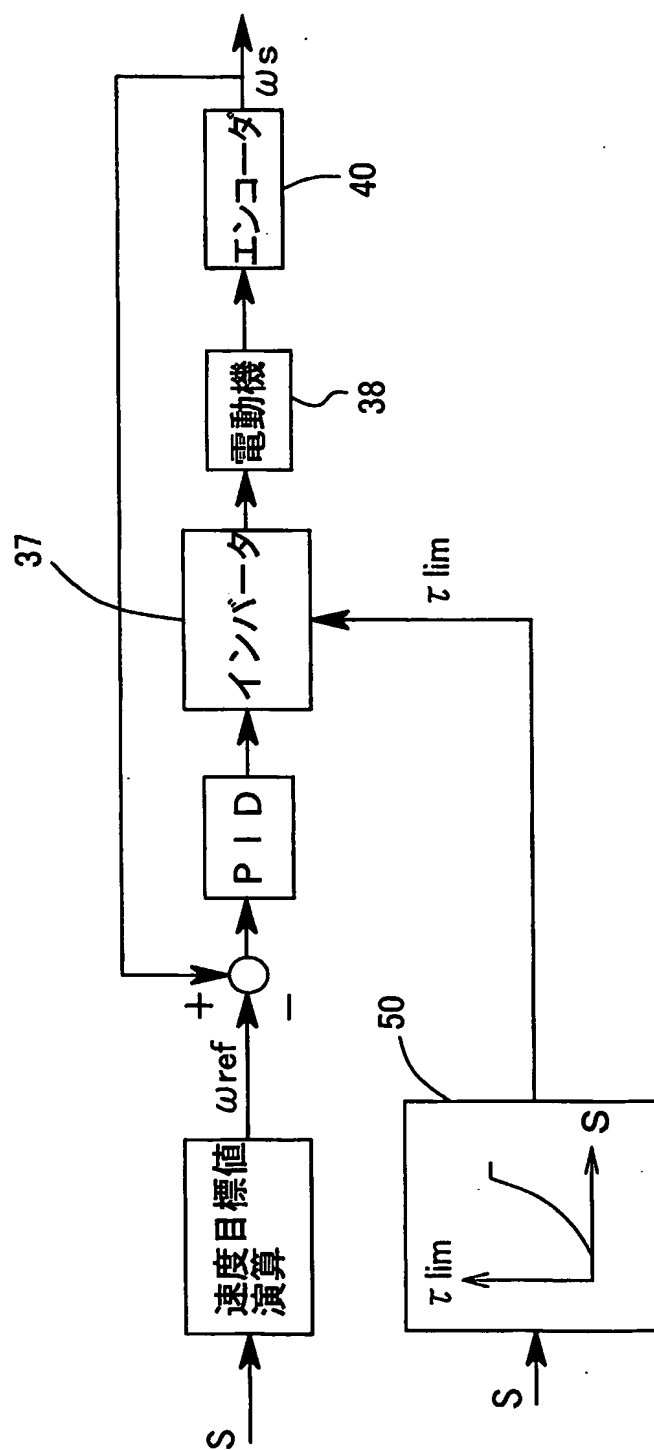


図13

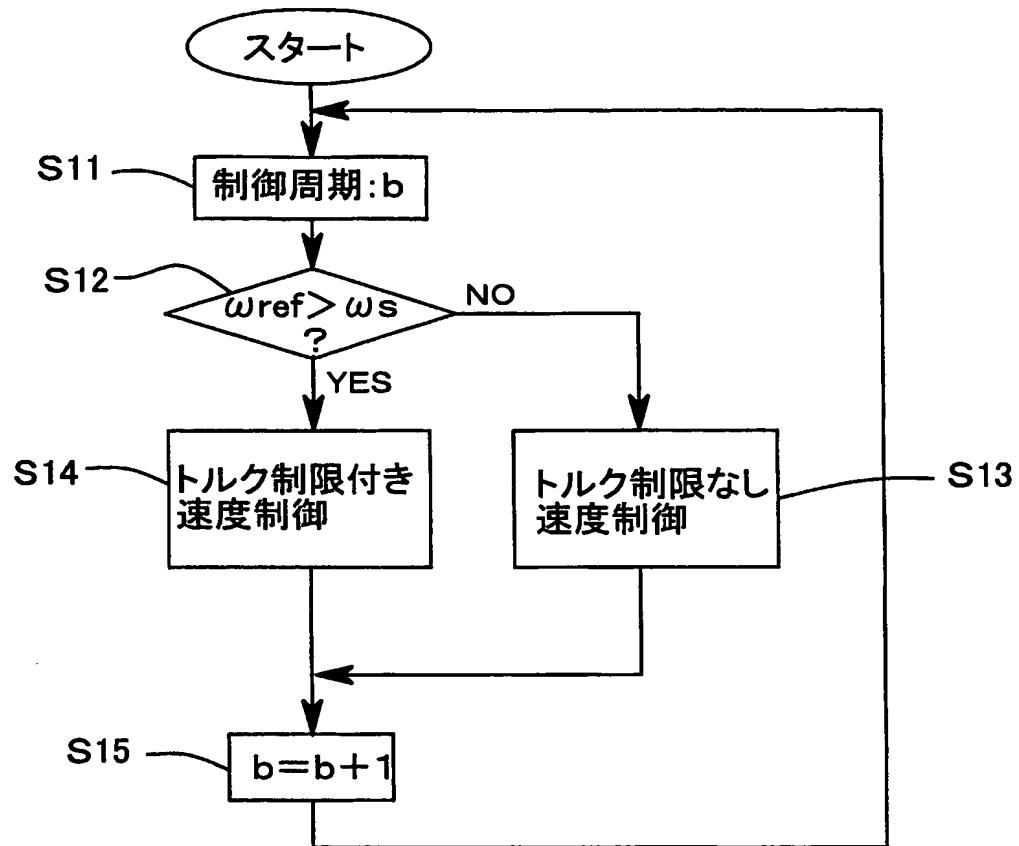
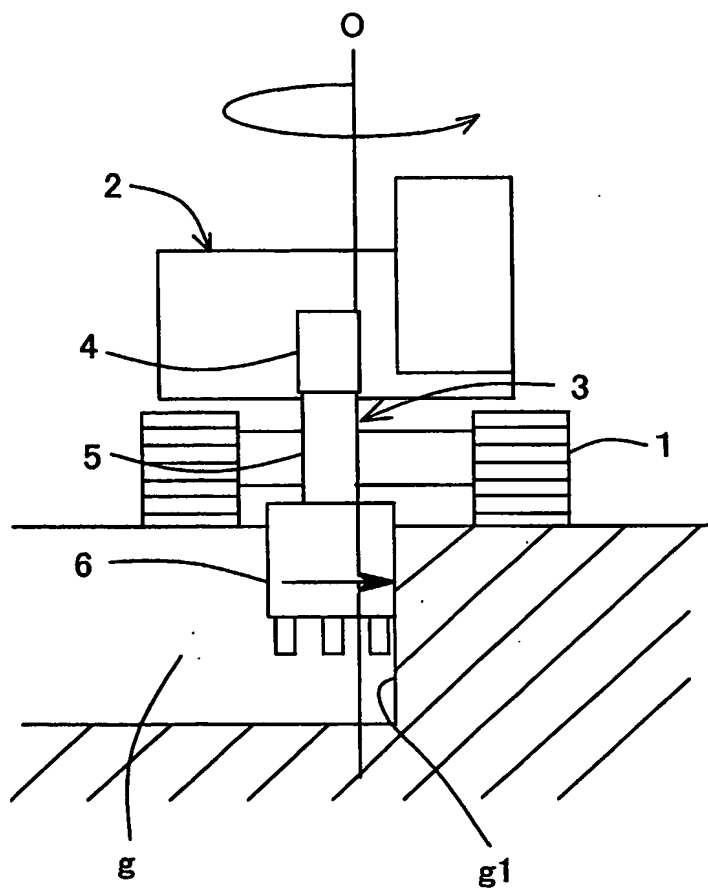


図 1 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05420

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ E02F9/22, B66C23/84

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ E02F9/22, B66C23/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2529122 B2 (Komatsu Ltd.), 28 August, 1996 (28.08.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 11-336134 A (Sumitomo Construction Machinery Co., Ltd.), 07 December, 1999 (07.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2000-204604 A (Sumitomo Kenki Seizo Kabushiki Kaisha), 25 July, 2000 (25.07.00), Full text; all drawings (Family: none)	5-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
12 August, 2003 (12.08.03)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2003 (02.09.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ E02F 9/22, B66C 23/84

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ E02F 9/22, B66C 23/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2529122 B2 (株式会社小松製作所) 1996.08.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 11-336134 A (住友建機株式会社) 1999.12.07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2000-204604 A (住友建機製造株式会社) 2000.07.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	5-13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.08.03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

菊岡 智代

2D

3016

電話番号 03-3581-1101 内線 6952